

LÍNEA DE TURBONADA EN LA PENÍNSULA IBÉRICA

Rebeca Álvarez Alonso⁽¹⁾, Alejandro Roa Alonso⁽²⁾, María Teresa García Gómez⁽³⁾, Alicia López Rejas⁽⁴⁾, Darío Cano Espadas⁽⁵⁾, y Eugenio Ayensa Remírez⁽⁶⁾

⁽¹⁾ Aemet, España, ralvarez@amet.es ⁽⁴⁾ Aemet, España, alopezr@amet.es

⁽²⁾ Aemet, España, arooo@amet.es ⁽⁵⁾ Aemet, España, dcano@amet.es

⁽³⁾ Aemet, España, tgarcia@amet.es ⁽⁶⁾ Aemet, España, eyensa@amet.es

Resumen

Este estudio analiza la situación sinóptica y mesoescalar que dió lugar al desarrollo de una estructura de línea de turbonada en España, con notables dimensiones espaciales y temporales, a partir de las salidas de modelos numéricos, datos de observación convencional y teledetección y modelos conceptuales.

Introducción

El 30 de agosto de 2015 tuvo lugar una situación convectiva de gran severidad en España, convección que fue evolucionando durante la tarde noche hacia la formación de un sistema convectivo de mesoescala que durante la mayor parte de su ciclo de vida tomó la forma lineal característica de las líneas de turbonada. Con varios cientos de km de longitud, afectó a la mayor parte de la Península, especialmente al sur de la Comunidad de Madrid y, muy particularmente, a la población de Aranjuez, donde fueron afectados 7.500 de los 10.000 árboles del municipio, según fuentes periodísticas.

Lo más llamativo de la situación fue la longitud de la línea de turbonada, de al menos 500 km, y su avance de modo conjunto durante varias horas, algo muy poco habitual en España. Su paso se puede seguir perfectamente en las distintas estaciones y en todas las variables. Los principales impactos fueron algunos heridos y daños materiales descritos a continuación:



- Desprendimiento de cornisas y caída de ramas, seis personas heridas leve en Madrid por ramas.
- 605 árboles afectados en Madrid capital, rachas de viento en el aeropuerto Adolfo Suárez.
- Daño de la piscina Las Olivas de Aranjuez e intervenciones de bomberos en la C. de Madrid.
- Unos 5.000 rayos en Comunidad Valenciana y 6 reportes SINOBAS por Reventón/Frente Racha.

Fig 1. Composición nacional radar de las 16:45 UTC, 30 de agosto de 2015



Fig 2 y 3. Árbol caído y daño de la piscina Las Olivas, Aranjuez, el 30 de agosto de 2015

Modelo conceptual de una línea de turbonada:

Las líneas de turbonada son la forma más común de sistema convectivo de mesoescala, siendo lo más habitual que tengan cientos de km de longitud. Su severidad se incrementa con la mayor inestabilidad y mayor componente perpendicular respecto a la orientación de la línea de cizalladura vertical.

La American Meteorological Society³ las define como:

- Línea de turbonada-LT: “Línea de convección profunda y activa, frecuentemente asociada a actividad eléctrica, que puede ser continua o con interrupciones, incluyendo áreas de precipitación adyacentes. Es un tipo de sistema convectivo de mesoescala que se distingue de otros tipos porque la relación entre su longitud y anchura es más grande.”
- Sistema convectivo de mesoescala-SCM: “Conjunto de tormentas que dan lugar a un área de precipitación continua del orden de 100 km o más en una dirección horizontal.”

Y Aemet² las define como:

- Línea de turbonada-LT: “Cualquier línea o banda estrecha no frontal de tormentas activas. El término suele emplearse para líneas continuas o discontinuas de tormentas fuertes o severas.”
- Sistema convectivo de mesoescala-SCM: “Complejo de tormentas que se organiza a una escala mayor que las tormentas individuales y normalmente persiste durante varias horas o más. Pueden tener forma redonda o lineal y entre ellos se incluyen sistemas tales como las LT y los complejos convectivos de mesoescala-CCM. A menudo se emplea el término SCM para describir un agrupamiento de tormentas que no satisface los criterios de tamaño, forma o duración de CCM”.

Algunos criterios de clasificación son el origen de convección y la evolución del patrón de reflectividad radar. La convección origen podrá proceder de un grupo de tormentas alineadas “Broken Line” o dispersas en un área “Broken Areal”, una tormenta que crezca “Back Building” o una convección que desarrolla dentro de una masa nubosa “Embedded Areal”. Mientras que según la evolución de su patrón de reflectividad radar se distinguen las “trailing stratiform” con desarrollo estratiforme detrás de la línea, las “leading stratiform” con desarrollo delante y las “paralel atratiform” con desarrollo paralelo a la línea. La más frecuente es la “trailing stratiform” y es la que se corresponde

con el evento del 30 de agosto de 2015, línea que además se desarrolló desde un “broken areal” con desarrollos dispersos por el SE peninsular.

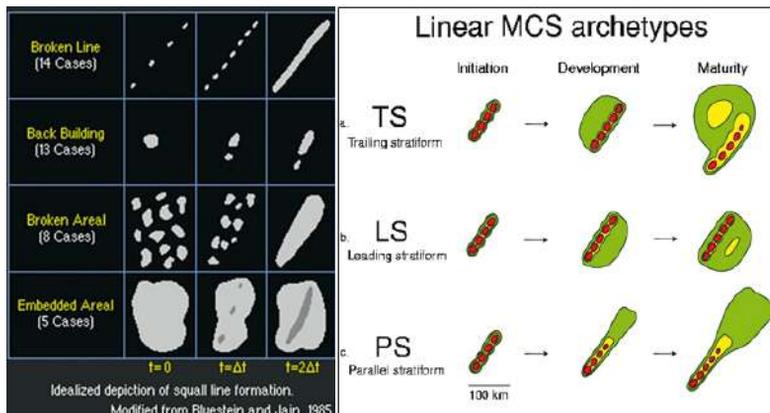


Fig 4 y 5. Clasificación según la convección origen y según la evolución de su patrón de reflectividad radar

El patrón radar típico de una LT posee una región convectiva delantera, una de transición y una estratiforme trasera, con la mayor reflectividad en la zona delantera.



Fig 6 y 7. Patrón radar de LT5 (izq) con 3 regiones: Estratiforme Trasera(1), Transición(2) y Convectiva Delantera(3), y “Shelf cloud” (der) en el borde de ataque de una LT.

Además en su borde de ataque suelen tener una “shelf cloud” a lo largo de su longitud, una banda nubosa superior al arcus típico de tormenta debido al ascenso forzado de aire relativamente cálido y húmedo forzado a ascender por el avance del frente de racha (“gust front”) con vientos fuertes y turbulencia severa.

El perfil transversal tipo posee una zona de baja presión delantera, una zona de alta presión con descendencias y lo más característico de LT, la zona de bajas presiones trasera en niveles medios que fomenta la formación del flujo trasero descendente causante de un frente de racha mucho más fuerte que los desarrollos normales por la interacción con la cizalladura.

LINEA DE TURBONADA: Corte transversal

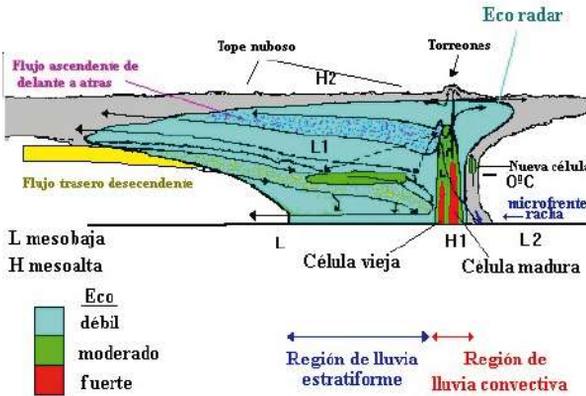


Fig 8. Corte transversal del sistema de LT1

Una vez formadas las LT suelen comenzar como una estrecha banda de células convectivas y evolucionar hacia un sistema más extenso y poco a poco más débil. Su evolución depende de:

- La flotabilidad o energía convectiva potencial disponible (CAPE).
- La cizalladura vertical en la que se desarrolla la convección.

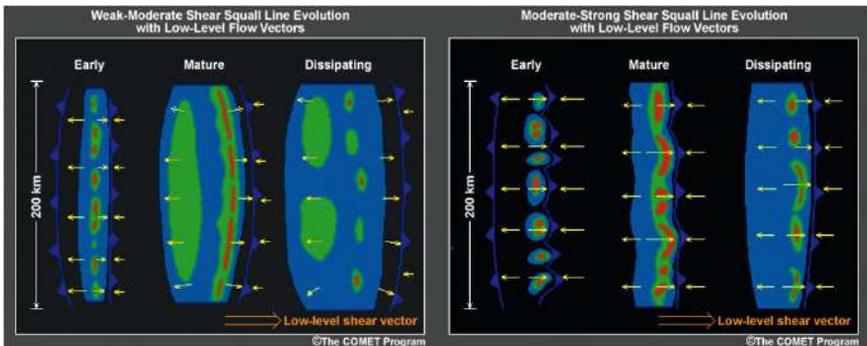


Fig 9. Evolución de una LT4 en un entorno de cizalladura débil a moderada (izq.) y moderada a fuerte (der.)

En el caso de tener una cizalladura débil a moderada la evolución comienza con una línea estrecha que va extendiéndose con la zona estratiforme por detrás y la posterior disipación. Mientras en un entorno con cizalladura fuerte hace que la parte convectiva y el frente de racha sean más adversos.

Descripción de la situación sinóptica

Las LT suelen darse varios cientos de km delante de los frentes, en la frontera entre el flujo de aire húmedo y el aire seco previo que además sea inestable. En las Guías técnicas de diagnóstico para el día 30 a las 12 se indicaba la existencia de una vaguada en niveles altos con altas presiones en superficie en la zona atlántica al noroeste de la Península y bajas presiones sobre la Península.

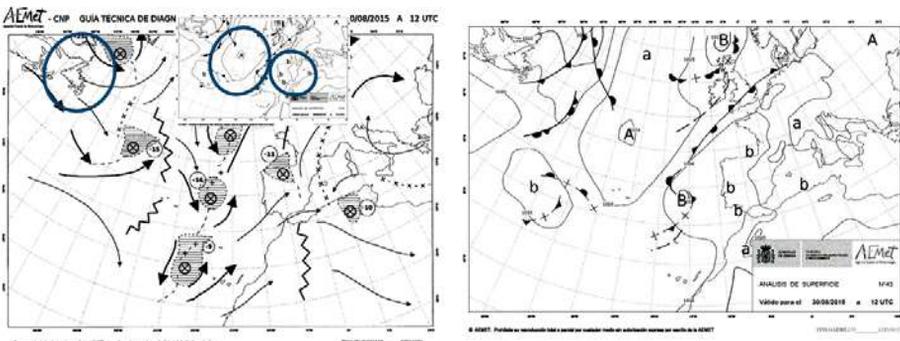


Fig 10. Guías técnicas de diagnóstico de niveles medios/altos y bajos del día 30 de agosto de 2015

Salidas de modelos numéricos

En las salidas del modelo del centro europeo en niveles altos destaca la dorsal que estabiliza la masa atmosférica sobre la Península desplazándose durante el día hacia el este con lo cual no es una situación que sea especialmente favorable a la convección pero tampoco la inhibe, dejando la vaguada enfrente de la Península. En cuanto a niveles bajos se identifica una temperatura del termómetro húmedo muy alta que favoreció la convección sobre la Península, se trata de una entrada de aire cálido muy frecuente en agosto justo en la zona donde se formó la convección inicial debida a la inestabilidad asociada.

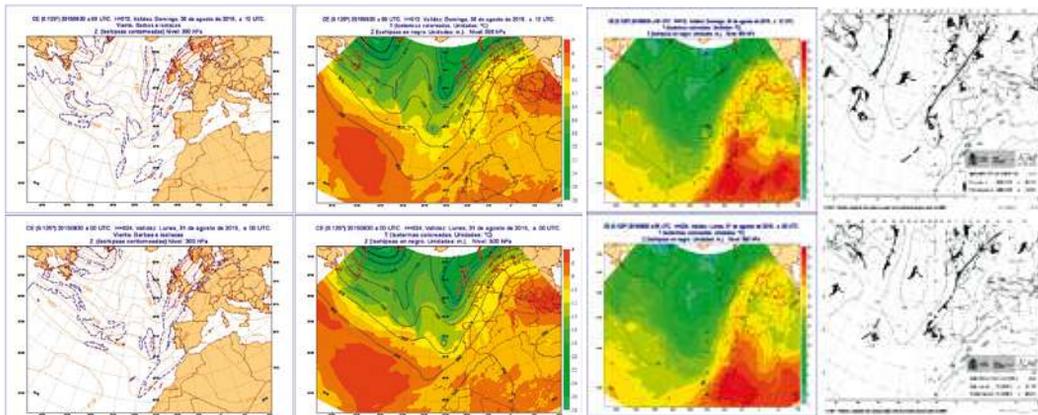


Fig 11 y 12. Niveles medios-altos (izq), niveles bajos (der): pasada de las 00UTC para las 12UTC

Por su parte las características de inestabilidad y cizalladura del entorno se representan por los índices previstos por HIRLAM de baja resolución, en la pasada de las 00 Z para 12 h. Tanto el Lifted Index como la CAPE eran altos, indicando que si la burbuja consigue ascender encontraría un entorno favorable y con energía suficiente. Además la humedad era alta en la zona de inicio de los desarrollos con una masa seca en el interior

peninsular, con una frontera seca frente al aire marítimo húmedo, donde se empezó a formar la LT, al SE de la Península, que al avanzar se fue encontrando la frontera seca permitiendo la formación de la LT. Por su parte la inhibición era alta pero las temperaturas permitieron superarla, y posteriormente era bastante más baja en la zona de desarrollo de la LT correspondiendo con la zona seca.

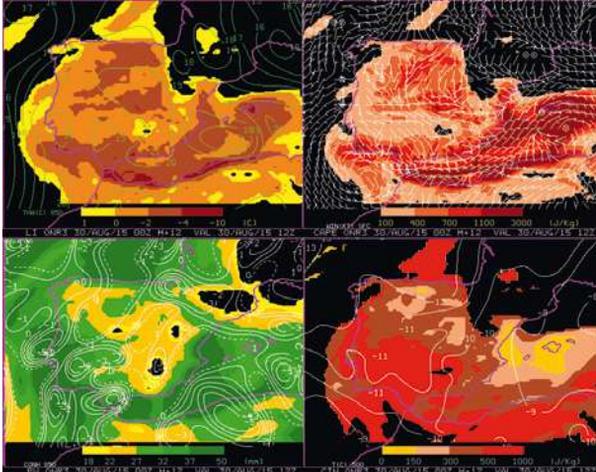


Fig 13. De izq a der y arriba a abajo: LI: 0-4, CAPE: 100-1100 J/Kg, PW: 27-37 mm y CIN: 500-1000 J/Kg

Datos de observación radar

La convección que constituyó el germen de lo que después sería el SCM se inició en el suroeste peninsular entre las 13 y 14 UTC, organizándose en forma de línea a partir de aproximadamente las 15 UTC y atravesando la

Península de suroeste a nordeste. En las observaciones pueden consultarse las imágenes del IR 10.8 y la composición radar nacional donde se observa la forma de línea con casi 500 km hacia el NE.



Fig 14. IR 10.8 con topos nubosos blancos y composición radar nacional con la evolución de la LT a las 15 h

En cuanto a los índices calculados por el SAF de Nowcasting a partir de imágenes de satélite, en la zona de inicio de los desarrollos muestran suficiente humedad y alta inestabilidad.

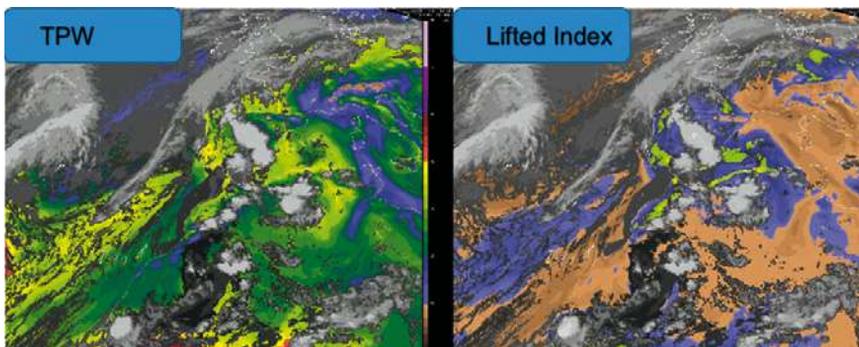


Fig 15. Índices TPW y Lifted Index de las 15 UTC

Datos de observación convencional

En el sondeo observado el CAPE fue de más de 1600 J/kg, mientras en el sondeo previsto por el centro europeo el CAPE era casi nulo. Esta gran diferencia reafirma que la convección es una de las variables más difíciles de predecir para los modelos, es una situación de difícil pronóstico por ser mesoescalar.

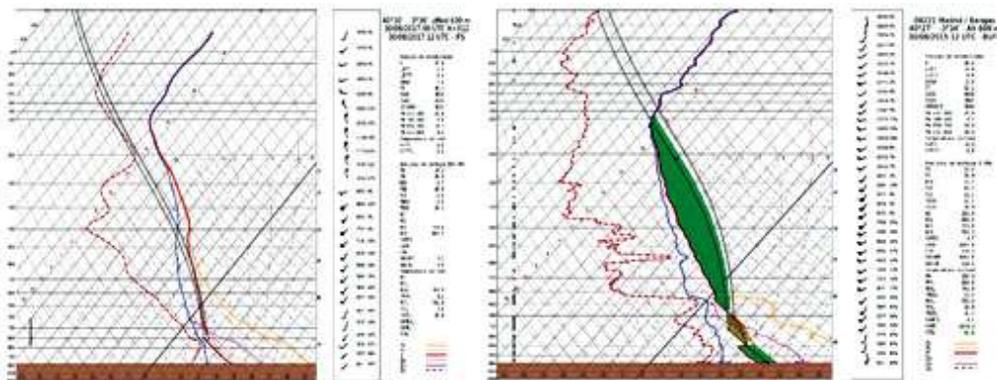


Fig 16 y 17. CAPE observado y calculado por el ECMWF para Barajas a las 12 UTC del 30 agosto 2015

Otras características observacionales incluyen los rayos, las rachas y la temperatura en Barajas, con aumento de las rachas y viento, descenso de temperatura y aumento de humedad por el paso de la LT, denotando descendencias con viento, se trata de una corriente de densidad, una masa fría que desplaza por completo la masa cálida renovando por completo la masa de aire presente.

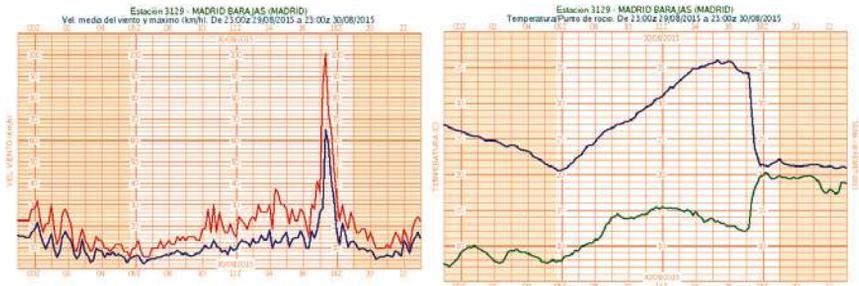


Fig 18 y 19. Velocidad y máximo de viento (izq) y temperatura y temperatura de rocío (der) 30 agosto 2015

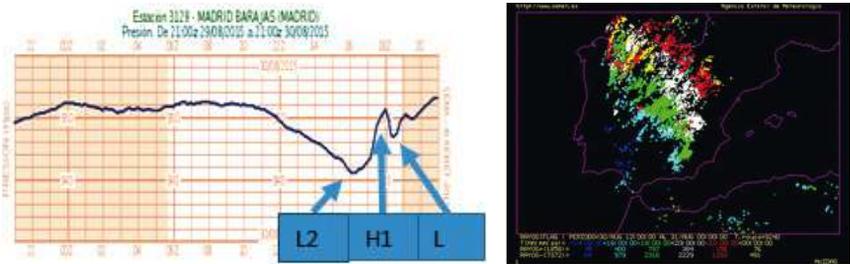


Fig 20. Presión (izq) y rayos en 24h (der) del 30 de agosto de 2015

De acuerdo al esquema de la LT en la gráfica de presión se identifican la primera baja, la alta y la segunda baja menos profunda asociadas al perfil transversal tipo de estas estructuras (véase Fig. 8).



Fig 21. Fotografía tomada por José Antonio Quirantes desde el suroeste de Cuenca

Finalmente el “gust front” pudo ser observado desde distintos puntos de España, siendo incluido como registro en este estudio gracias a las fotografías tomadas por José Antonio Quirantes desde el SW de Cuenca entre las 18:00 y las 18:30 hora local (16:00 a 16:30 h UTC).

Conclusiones

1. Aunque las LT no son inusuales en España sí son inusuales las dimensiones que alcanzó la del presente estudio, llegando a los 450 km de longitud a las 18:45 UTC.
2. Esta LT formó parte de un SCM mayor tanto temporal como espacialmente que durante aproximadamente 10 horas, entre 12:30 UTC y 22:30 UTC, tomó características claras de LT.
3. Las LT son difíciles de predecir por ser fenómenos convectivos con una dinámica compleja que se autoorganiza.
4. Aunque el ambiente tenga ingredientes suficientes para su predicción los modelos actuales todavía no son capaces de determinar su estructura, momento de ocurrencia y localización exacta.
5. Los productos de teledección de nowcasting permiten el mejor seguimiento por proporcionar unos mejores índices de inestabilidad.

Referencias:

- ¹ AEMET: **Modelos Conceptuales de Tormentas: Radar y Rayos**, Biblioteca de Módulos TEMPO.
- ² AEMET, 2018: **Meteoglosario Visual**.
- ³ American Meteorological Society, 2016: **Glossary of Meteorology**.
- ⁴ University Corporation for Atmospheric Research's (UCAR's) Community Programs (UCP): **Mesoscale Convective Systems: Squall Lines and Bow Echoes**, módulo COMET MetEd.
- ⁵ University Corporation for Atmospheric Research's (UCAR's) Community Programs (UCP), **Severe Convection: Mesoscale Convective Systems**, módulo COMET MetEd.